

機関番号：11301

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20404024

研究課題名（和文） メコン川底質中の有害物質の原位置浄化に関する調査研究

研究課題名（英文） Mekong Sediment Pollution Assessment and Treatability Study

研究代表者 井上 千弘（INOUE CHIHIRO）

東北大学・大学院環境科学研究科・教授

研究者番号：30271878

研究成果の概要（和文）：

メコン川最下流域のベトナムにおいて、河川の底質や流域土壌中の有害有機塩素化合物並びに重金属類の汚染状況の調査を行い、調査地域では局所的にこれらの物質による汚染が認められること、毎年の洪水により汚染物質の多くが洗い流されていることを明らかにした。有害有機塩素化合物の代表として γ -BHC（リンデン）で汚染された土壌、底質に鉄粉および黄鉄鉱を添加した系での浄化実験を実施し、これらの処理によるリンデンの分解効果を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

Current pollution status of harmful chlorinated organic compounds and heavy metals in sediments and soils were investigated in the Mekong basin in Vietnam. In the investigation area, several points were polluted locally with those chemicals, but most of them were washed away by annual flooding. Remediation experiments of contaminated sediments and soils by γ -BHC (Linden), which was a representative of the harmful chlorinated organic compounds, were carried out by adding iron powder or pyrite in experimental system. Linden in the soils and sediments were apparently degraded by addition of these materials.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2009年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
2010年度	5,100,000	1,530,000	6,630,000
年度			
年度			
総計	12,600,000	3,780,000	16,380,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・地球・資源システム工学

キーワード：メコン川流域、環境調査、環境修復、リスク評価、POPs、重金属類、底質、土壌

1. 研究開始当初の背景

メコン川は世界第8位の大河であり、流域諸国は中国、ミャンマー、ラオス、タイ、カンボジア、ベトナムの6カ国にまたがる。メコン川流域のうち特に下流域は肥沃な土地であるが、経済発展に伴い河川底質や流域土

壌汚染が発生している。大規模農業の展開に伴い散布された残留性の農薬や工業排水等に含まれる重金属類・難分解性有機物によりメコン川やその流域の底質や土壌を汚染され、その影響は最下流であるベトナム南部のデルタ地帯で最も著しいといわれている。し

かしながら、その実態は十分に解明されておらず、一方、研究代表者らのグループでは、鉄粉や黄鉄鉱などを用いて難分解性の有機塩素化合物からの還元的脱塩素について検討を行ってきており、その手法を原位置浄化に適用することを検討してきた。また、土壌中の微生物の能力を活用して難分解性の有機化合物の微生物分解の研究も行なってきた。さらに日本国内において土壌中の重金属類の溶出挙動と存在化学形態との関係についても研究を進めていた。

これらの背景のもと、ベトナムのノンラム大学との共同研究体制が整ったので国際学術調査を実施することにした。

2. 研究の目的

本研究はベトナム南部のメコン川デルタ地帯の土壌・底質に蓄積したPOPs（残留性有機汚染物質）をはじめとする有害有機塩素化合物、並びにヒ素などの重金属類の汚染実態を明らかにするとともに、環境影響の大きいこれら有害物質に対しわが国で検討されてきた低コストの原位置ないしオンサイト浄化手法の適用可能性を調査することを目的とした。

3. 研究の方法

ベトナム南部のメコン川デルタ地帯から、雨季と乾季それぞれの時期に、底質試料および土壌試料を採取し、ノンラム大学において、残留性農薬、有機塩素化合物、重金属などの分析を行った。

現地調査で採取した底質・土壌試料を用い、農薬の代表として γ -BHC（リンデン）をスパイクした上で、1%の鉄粉あるいは黄鉄鉱粉末を添加した系でトリータビリティ試験を実施した。

4. 研究成果

乾季後半（および雨季の初め）に採取した23地点の底質試料および土壌試料合計40サンプルについて、残留性農薬、有機塩素化合物、重金属などの分析を行った結果、9サンプルで2.4-10.5ppbのDDD(DDTの分解生成物、検出限界は1ppb)、1サンプルで3.5ppbのDDE(DDTの分解生成物、検出限界は1ppb)、3サンプルで6.7-14.7ppbのアルドリン（検出限界は0.5ppb）、1サンプルで3.6ppbのリンデン（検出限界は0.1ppb）が検出された。また、全試料で重金属類の含有が確認され、うち1試料で鉛の総含有量が100ppmを超過していることが判明した。有機塩素系の溶剤は検出されなかった。

一方、ほぼ同一の地点で雨季後半に採取した11地点19サンプルについて同様の分析を行なった結果、すべてのサンプルで残留性農薬類は検出されず、また重金属類の濃度も乾

季に採取した試料に比べて低めの値を示していた。これらの結果から、ベトナム南部のメコン川デルタ地帯では、残留性農薬や重金属類の汚染が認められるものの、毎年発生する洪水の影響により相当量の土壌・底質が流出入されるため、少なくともこれらの物質の広域的な蓄積は生じていないと考えられる。しかしながら、DDT（の分解生成物）、アルドリン、リンデンなどの残留性の農薬が乾季の試料から検出されていることから、これらの農薬が使用されている実態は明らかであり、その対策が必要である。さらに局所的な蓄積も懸念される。

現地調査で採取した底質試料および土壌試料を用い、農薬の代表として γ -BHC（リンデン）をスパイクした上で、鉄粉あるいは黄鉄鉱を添加したトリータビリティ試験を実施した。図は500mLの容器に100gの底質をいれて蒸留水で容器を満たし、30°C、嫌気条件で3日間振とうを行った場合のリンデンの残留濃度を示したものである。条件Aは底質のみを加えたとき、条件Bは何も加えないとき、条件Cは底質と鉄粉1gを加えたとき、条件Dは滅菌した底質と鉄粉1gを加えたときの結果である。Ppmオーダーの高濃度のリンデンを添加しているにもかかわらず底質に対し1%の鉄粉を添加したときには、著しくリンデンの分解性が向上していることが明らかである。また、この図では明確ではないが

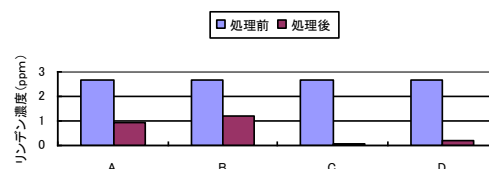


図 鉄粉添加によるリンデンの分解

土壌・底質中の微生物によりある程度リンデンが分解されることも示された。

ノンラム大学で実施した一連の実験により、鉄粉を添加した場合、土壌・底質の種類や設定条件により差異はあるものの、リンデンの分解効果が認められることを明らかにした。また黄鉄鉱を添加した場合にも同様に土壌・底質の混合系におけるリンデンの分解性が確認できた。

並行して日本側で行った基礎実験によって、鉄粉による各種有機塩素系農薬の分解やPAHsなどの有害有機物質の微生物分解が可能であることが示された。

さらに重金属に関しては、メコン川流域にも広く自生している水性植物のマツモ (*Ceratophyllum demersum L.*) が、ヒ素をはじめとする重金属類を蓄積する能力を有

することを明らかにした。

以上、実験室レベルではあるが、メコンデルタ地帯においても、残留性農薬や一部の重金属の低コストの原位置ないしオンサイト浄化手法が適用できることを明らかにした。

今後は、さらに多くの汚染物質に対し、現地 conditions に合わせたトリートビリティ試験を実施していく必要があると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 9 件)

1. Arsenic accumulation by aquatic macrophyte coontail (*Ceratophyllum demersum* L.) exposed to arsenite, and the effect of iron on the uptake of arsenite and arsenate. [Environmental and Experimental Botany, in press, (2012)] (査読あり) Huynh Vinh Khang, Masayoshi Hatayama, Chihiro Inoue

2. Microbial Diversity and Changes in the Distribution of Dehalogenase Genes during Dechlorination with Different Concentrations of cis-DCE. (査読あり) [Environmental Science & Technology, 45 (12), (2011), 5339-5345] Kotaro Ise, Koichi Suto, Chihiro Inoue

3. Preferential utilization of petroleum oil hydrocarbon components by microbial consortia reflects degradation pattern in aliphatic-aromatic hydrocarbon binary mixtures. [World journal of microbiology & biotechnology, 27(5), (2011), 1109-1117] (査読あり) Hernando Pactao Bacosa, Koichi Suto, Chihiro Inoue

4. Preferential Degradation of Aromatic Hydrocarbons in Kerosene by a Microbial Consortium. [International Biodeterioration and Biodegradation, 64(8), (2010), 702-710] (査読あり) Hernando Bacosa, Koichi Suto, Chihiro Inoue

5. Impact of solids on biphasic biodegradation of phenanthrene in the presence of hydroxypropyl-β-cyclodextrin (HPCD). [Frontiers of Environmental Science and Engineering in China, 4(3), (2010), 329-333] Zhang Z., Inoue C., Li G. (査読あり)

6. Coordination in Phenanthrene Biodegradation: Pyruvate as Microbial Demarcation. [Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 85, (2010), 581-584] (査読あり) Zhang Z., Inoue C., Li G.

7. 嫌気性細菌群によるトリクロロエチレン脱塩素反応中におけるメタン生成細菌の影響. [環境バイオテクノロジー学会誌, 10 (2), (2010), 105-108] (査読なし) 伊勢孝太郎, 須藤孝一, 井上千弘

8. Trichloroethylene Transformation in Aerobic Pyrite Suspension: Pathways and Kinetic Modeling. [Environmental Science & Technology, 43 (17), (2009), 6744-6749] (査読あり) Pham Thi Hoa, Koichi Suto, Chihiro Inoue

9. Trichloroethylene Transformation by Natural Mineral Pyrite: The Deciding Role of Oxygen. [Environmental Science & Technology, 42, (2008), 7470-7475] (査読あり) Pham Thi Hoa, Masashi Kitsunoduka, Junko Hara, Koichi Suto, Chihiro Inoue

[学会発表] (計 3 件)

1. Microbial Structure of TCE degrading cultures obtained from several contaminated groundwater around Japan. 8th International Symposium of Subsurface Microbiology. (2011.9.14) Garmisch-Partenkirchen (Deutschland). Koichi Suto, Kotaro Ise, Sho Nakazora, Chihiro Inoue

2. Microbial Community Dynamics within an Aromatic Hydrocarbon-Preferring Consortium during Degradation of Petroleum Oil. International Union of Microbiological Societies 2011 Congress. (2011.9.7) Sapporo (Japan). Hernando Bacosa, Chihiro Inoue

3. Population distribution of three types of Dehalococcoides sp. at different cultivation condition. 14th International Biotechnology Symposium and Exhibition. (2010.9.15) Rimini (Italy). Kotaro Ise, Koichi Suto, Chihiro Inoue

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井上 千弘 (INOUE CHIHIRO)
東北大学・大学院環境科学研究科・教授
研究者番号：30271878

(2) 研究分担者

駒井 武 (KOMAI TAKESHI)
独立行政法人産業技術総合研究所・地圏
環境資源部門・副部門長
研究者番号：30357024

須藤 孝一 (SUTO KOICHI)
東北大学・大学院環境科学研究科・准教授
研究者番号：90291252

畑山 正美 (HATAYAMA MASAYOSHI)
東北大学・大学院環境科学研究科・助教
研究者番号：30447148

(3) 連携研究者

()

研究者番号：